
FREIWILLIGE ISO- UND DIN-NORMUNG IM BEREICH ROBOTIK

Dipl.-Ing. Theo Jacobs (theo.jacobs@ipa.fraunhofer.de)

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)



© Fraunhofer IPA

Agenda

- Freiwillige Normung und Gesetzgebung
- Allgemeine Sicherheitsstandards für Maschinen
- Spezielle Sicherheitsstandards für Roboter
- Entwicklung neuer Standards für Roboter
- Zusammenfassung

Standards

- Anwendung erfolgt freiwillig
- Verfasst von Repräsentanten aus Industrie und Forschung, ggf. auch Politik und Gesellschaft
- Entstehung unter dem Dach einer Standardisierungsorganisation
 - global, z.B. ISO, IEC
 - regional, z.B. CEN, CENELEC in Europa
 - national, z.B. DIN (Deutschland), ANSI (USA), etc.
- Standards spiegeln den (bei Veröffentlichung) aktuellen Stand der Technik wieder
 - Existierende, verbreitete Produkte
 - Etablierte Maßnahmen zur Steigerung der funktionalen Sicherheit



Verankerung in der Gesetzgebung

- Gesetze und Regelungen verweisen oft auf nationale oder internationale technische Normen
 - Anwendung von Sicherheitsstandards wird vorgeschrieben oder zumindest empfohlen
 - Abweichungen von Sicherheitsstandards werden teilweise akzeptiert, solange ein ebenso hohes Niveau an Sicherheit erreicht wird
 - In der Europäischen Union:
 - Produkte, die in der EU in Verkehr gebracht werden, müssen alle anwendbaren EU-Richtlinien erfüllen, z.B.
 - 2001/95/EG „Allgemeine Produktsicherheit“
 - 2006/42/EG „Maschinenrichtlinie“
 - 2006/95/EC „Niederspannungsrichtlinie“
 - 93/42/EWG „Medizinprodukte“
 - Umsetzung in deutsches Recht z.B. durch Produktsicherheitsgesetz
-

... und ihre Verankerung in der Gesetzgebung

- EU-Richtlinien enthalten eine Liste „harmonisierter“ Standards
 - Gelten in allen Mitgliedsstaaten der EU
 - Fügen sich widerspruchsfrei in die europäische Normung ein
→ anderslautende nationale Normen müssen zurückgezogen werden
- „Konformitätsvermutung“: Wurden alle anwendbaren harmonisierten Standards einer EU-Richtlinie erfüllt, wird davon ausgegangen, dass die Richtlinie selbst erfüllt ist
- Anwendung der Normen bleibt freiwillig, bei Nichteinhaltung Pflicht zum Nachweis eines ebenso hohen Sicherheitsniveaus
- Sind alle relevanten EU-Richtlinien erfüllt, darf das Produkt eine CE-Kennzeichnung erhalten
 - Durch den Hersteller selbst (z.B. Maschinenrichtlinie)
 - Durch eine unabhängige Stelle (z.B. Medizinprodukte)



Hierarchie von ISO Sicherheitsstandards für Maschinen

A-Normen

Behandeln Grundkonzepte,
Designprinzipien und generelle
Aspekte, anwendbar auf alle Maschinen

B-Normen

Behandeln einen einzelnen Aspekt der Sicherheit oder eine
einzelne Sicherheitseinrichtung, anwendbar auf eine größere
Gruppe von Maschinen

C-Normen

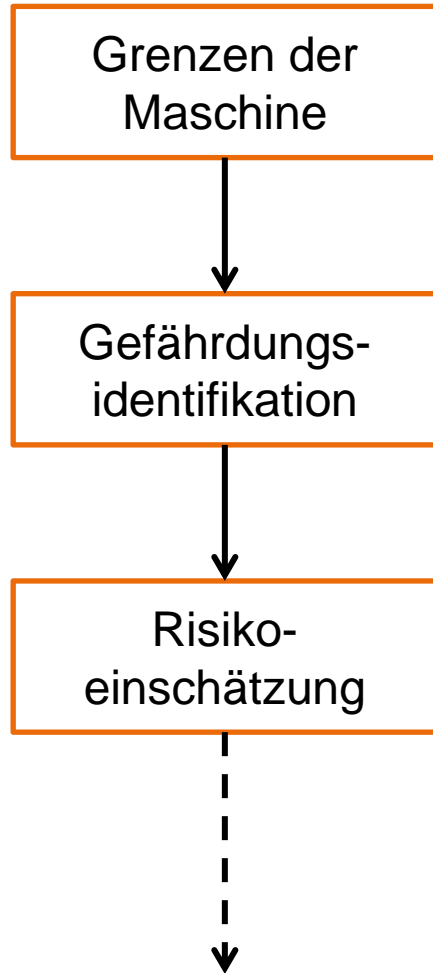
Definieren Sicherheitsanforderungen für einen speziellen Maschinentyp

➔ Spezielle Standards dürfen allgemeinen Standards nicht widersprechen

Agenda

- Freiwillige Normung und Gesetzgebung
- Allgemeine Sicherheitsstandards für Maschinen
- Spezielle Sicherheitsstandards für Roboter
- Entwicklung neuer Standards für Roboter
- Zusammenfassung

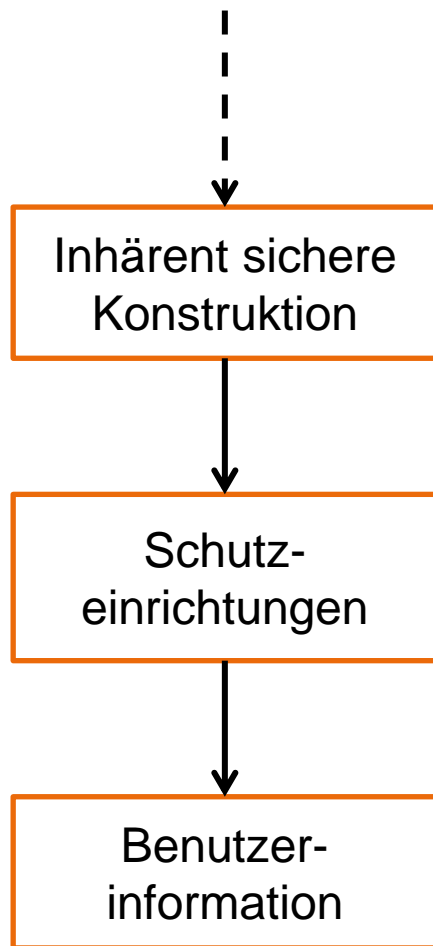
ISO 12100 – Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung



Risikobeurteilung

- Grenzen der Maschine: Benutzergruppen, Aufgaben, Umgebungsbedingungen, etc.
- Identifikation von Gefährdungen
 - Anhand von Listen typischer Gefährdungen
 - Durch Analyse und Tests an der Maschine
- Risikoeinschätzung
 - Schwere des zu erwartenden Schadens
 - Wahrscheinlichkeit seines Auftretens
- Ergebnis
 - Liste der inakzeptablen Risiken
 - Quantitative Schätzung, wie weit das Risiko reduziert werden muss

ISO 12100 – Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung



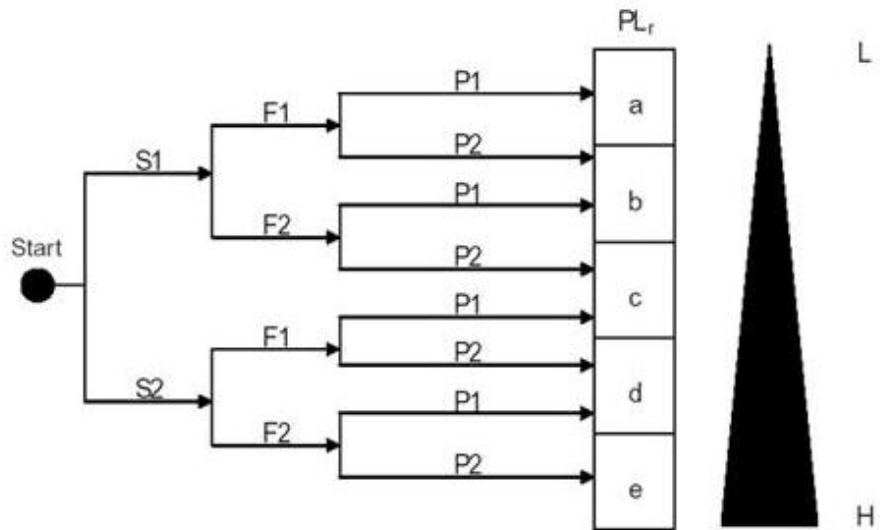
Risikominderung

- Inhärent sichere Konstruktion: Vermeidung des Risikos durch Änderung der Konstruktion
 - z.B. niedrige Motorleistung zur Vermeidung von Einquetschen durch einen Roboterarm
- Schutzmaßnahmen und Schutzeinrichtungen
 - z.B. Kraftregelung des Arms in der Steuerung
- Benutzerinformation
 - z.B. Warnhinweis: Abstand zum Arm halten
- Klare Priorität
 - Schutzmaßnahmen nur, wenn inhärente Risikominderung nicht möglich ist.
 - Hinweise auf Restrisiken im Handbuch, wenn keine andere Risikominderung möglich

ISO 13849 – Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen

Vorgaben bezüglich der Robustheit der sicherheitsbezogener Steuerung

- Definition von „Performance Leveln“
- Nutzung eines Risikographen zur Klassifizierung des Risikos



S1: Niedriger, reversibler Schaden
S2: Hoher, irreversible Schaden

F1: Selten/niedrige Exposition
F2: Oft / hohe Exposition

P1: Erkennen/Ausweichen möglich
P2: Erkennen/Ausweichen unmöglich

- Festlegung von Sicherheitskategorien mit speziellen Anforderungen (z.B. redundante Auslegung)

Weitere allgemeine Sicherheitsstandards (Beispiele)

Sicherheitsabstände und Annäherungsgeschwindigkeiten:

- ISO 13854 - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
- ISO 13855 - Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen
- ISO 13857 - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen

Gestaltung von Not-Aus-Knöpfen:

- ISO 13850 - Not-Halt - Gestaltungsleitsätze

Extreme Temperaturen:

- ISO 13732-1/2/3 - Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen

Agenda

- Freiwillige Normung und Gesetzgebung
- Allgemeine Sicherheitsstandards für Maschinen
- Spezielle Sicherheitsstandards für Roboter
- Entwicklung neuer Standards
- Zusammenfassung

ISO 10218 – Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen

- Teil 1: Roboter
 - Mechanische und elektrische Auslegung des Manipulators
 - Sicherheitsbezogene Teile der Steuerung
 - Außerdem: Bediengeräte, Betriebsmodi (autonom, manuell) etc.
- Teil 2: Robotersystem und Integration
 - Bestimmungen für die Integration eines Industrieroboters in eine Anlage
 - Einbeziehung von Werkzeugen und Werkstücken in die Risikobeurteilung
 - Anforderungen für einen Betrieb in direkter Kollaboration mit dem Menschen



© Fraunhofer IPA

Sicherheitsanforderungen für Serviceroboter

- Definition eines Serviceroboters gemäß ISO 8373

„Roboter, der nützliche Aufgaben für Menschen, die Gesellschaft oder Einrichtungen verrichtet, mit Ausnahme von Anwendungen in der Automatisierungstechnik“

- Der Begriff Serviceroboter umfasst eine Vielzahl von
 - Robotertypen und Größen (z.B. Humanoide, mobile Plattformen mit Rädern)
 - Umgebungen (z.B. Land, Wasser, Luft)
 - Aufgaben (z.B. Reinigen, soziale Interaktion, Inspektion, Notfallrettung)
- Entwicklung eines einzelnen C-Standards für Serviceroboter ist nicht möglich



© Fraunhofer IPA



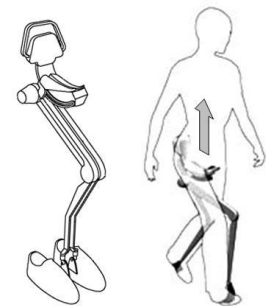
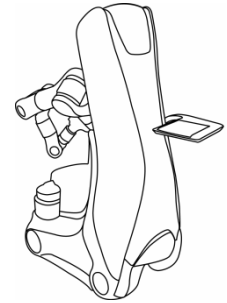
© US Air Force



© Aldebaran

ISO 13482 - Sicherheitsanforderungen für Serviceroboter - Nicht-medizinische Haushalts- und Assistenzroboter (Entwurf)

- „Personal care robot“ → Roboter in direkter Interaktion mit dem Benutzer, ggf. einschließlich physischem Kontakt
- Fokus auf drei Robotertypen:
 - „mobile servant robot“: Haushaltsassistenten, etc.
 - „person carrier robot“: Autonome Rollstühle, Segways, Transportfahrzeuge, etc.
 - „physical assistant robot“: Exoskelette, Orthesen, etc.
- Auflistung typischer Gefährdungen und möglicher Maßnahmen zur Risikominderung
- Definition von Mindestanforderung an die Robustheit von Steuerungen
- Geplante Veröffentlichung Mitte 2013



© ISO 13482 Entwurf

ISO 13482 - Sicherheitsanforderungen für Serviceroboter - Nicht-medizinische Haushalts- und Assistenzroboter (Entwurf)

- Erstmalige Berücksichtigung der Autonomie:

Hazards due to incorrect autonomous actions

A personal care robot that is designed to make autonomous decisions and actions, shall be designed to ensure that wrong decisions and incorrect actions do not cause an unacceptable risk of harm.

EXAMPLE A mobile servant robot grasping the wrong drink and serving water instead of coffee in a cup may be an acceptable risk, whereas serving a broken glass container may be an unacceptable risk.

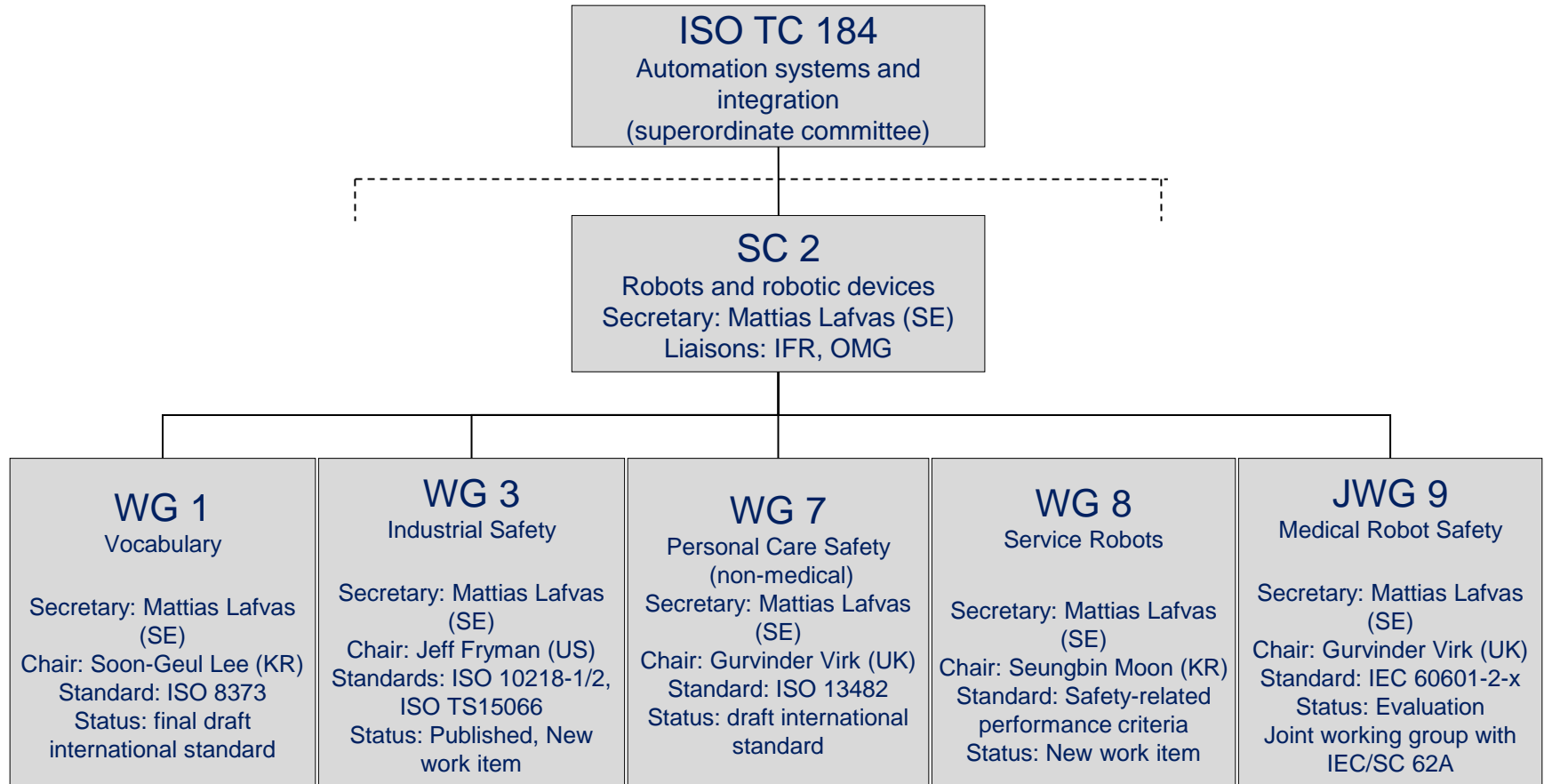
The risk of harm occurring as an effect of incorrect decisions can be lowered either by increasing the reliability of the decision (e.g. by better sensors) or by limiting the effect of a wrong decision (e.g. by narrowing the limits of use).

[...]

Agenda

- Freiwillige Normung und Gesetzgebung
- Allgemeine Sicherheitsstandards für Maschinen
- Spezielle Sicherheitsstandards für Roboter
- Entwicklung neuer Standards
- Zusammenfassung

Das ISO Standardisierungskomitee TC 184/SC2



Entwicklung von Standards

- Arbeitsgruppen treffen sich dreimal im Jahr an wechselnden Orten (USA, Europa, Asien)
 - Serviceroboter: 7 Tage (WG1, WG7, WG8, JWG9)
 - Industrieroboter: 3 Tage (WG3)
- Entwickeln des Standards mit dem Instrument „Commenting“:
 - Entwurfsdokumente werden nach jedem Treffen an die nationalen Standardisierungsorganisationen gegeben
 - Nationale Experten schlagen Änderungen in Form von Kommentaren vor
 - Einarbeiten aller Kommentare bei den regulären Treffen
- Status des Standards wird in offiziellen Abstimmungen bestimmt
 - Durchlaufen der Schritte „new work item“, „committee draft“, „draft international standard“ und „final draft international standard“ bis zur Veröffentlichung

Entwicklung von Standards

- Derzeit teilnehmende Staaten in der Servicerobotik: China, Deutschland, Frankreich, Italien, Japan, Korea, Großbritannien, USA
- Zusätzliche Teilnehmer in der Industrierobotik: Kanada, Schweden, Schweiz
- Möglichkeiten zur Teilnahme
 - Als Beobachter: In Absprache mit dem Convenor der Arbeitsgruppe oder der nationalen Standardisierungsorganisation
 - Als technischer Experte: Offizielle Nominierung durch die nationale Standardisierungsorganisation
 - Üblicherweise für alle interessierten Personen offen

Zukünftige Standards im Bereich der Robotik

- Sicherheitsstandards für Industrieroboter
 - Entwicklung der technischen Spezifikation ISO/TS 15066 zur Festlegung von Kraftgrenzwerten bei Mensch-Roboter-Kollaboration
 - Integration von Kraftgrenzwerten in die nächste Fassung der ISO 10218 geplant
 - Sicherheitsstandards für Serviceroboter
 - Veröffentlichung des Standards ISO 13482 für Haushalts- und Assistenzroboter Mitte 2013
 - Entwicklung eines Standards für Medizinroboter
 - Vorarbeiten für einen Standard für sicherheitsbezogene Performance
 - Bremswege
 - Personenerkennungsfunktionen
 - Stabilität auf verschiedenen Untergründen
 - etc.
-

Zukünftige Standards im Bereich der Robotik

- Mögliche weitere Sicherheitsstandards
 - Detailliertere Anforderungen für verschiedene Robotertypen, ggf. durch Aufteilung der kommenden ISO 13482
 - Mobile servant robots
 - Person carrier robots
 - Physical assistant robots
 - Weitere Typen
 - Entwicklung eines generellen Standards für alle Serviceroboter (B-Standard)

- Andere Standards in Entwicklung (nicht sicherheitsrelevant):
 - Terminologie und Definitionen (ISO 8373)
 - Koordinatensysteme (ISO 9787)

Zukünftige Entwicklungen hinsichtlich der Autonomie von Servicerobotern

- Autonome Entscheidungen spielen derzeit keine große Rolle in Sicherheitsstandards
 - keine Behandlung in Standards für Industrieroboter
 - Kurz aufgegriffen im Standard für Haushalts- und Assistenzroboter
- Ursache: Nach derzeitigem Stand der Technik ist ein hoher Grad an Autonomie kaum realisierbar
 - Sensorische Fähigkeiten beschränken sich auf die Aufgabe (z.B. Erkennen einer zu greifenden Flasche, Erkennen von Hindernissen im Fahrweg)
 - Kaum Verständnis für die Umgebung
 - Keine Erfassung von Situationen und Absichten von Personen
- Entwicklung komplexer autonomer Fähigkeiten wird sehr langsam erfolgen
- Aufnahme in Standards erst, wenn neuer Stand der Technik existiert

Agenda

- Freiwillige Normung und Gesetzgebung
- Allgemeine Sicherheitsstandards für Maschinen
- Spezielle Sicherheitsstandards für Roboter
- Entwicklung neuer Standards
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Sicherheitsstandards werden innerhalb der EU als harmonisierte Normen von Gesetzen referenziert
- Allgemeine Standards definieren grundlegende Anforderungen für Maschinen
- Spezielle Standards für Roboter konkretisieren diese Anforderungen
 - Für Industrieroboter schon länger vorhanden, werden jedoch weiterentwickelt
 - Aktuell: Neuentwicklung für Haushalts- und Assistenzroboter sowie Medizinroboter
 - Zukünftig Standards für weitere Servicerobotertypen